

Evaluación de la reserva ventricular

Fernando Olaz, Marina Ureña

Servicio de Cardiología
Hospital de Navarra. Pamplona

El estudio de la reserva contráctil ventricular mediante técnicas de estrés puede ser útil en el manejo de pacientes con cardiopatía valvular e isquémica. Pacientes con insuficiencia mitral y aórtica asintomáticos pueden presentar disfunción ventricular izquierda latente a pesar de una fracción de eyección normal en reposo. Estudios de estrés mediante ejercicio físico o farmacológico con dobutamina pueden ayudar a identificar a estos pacientes y a su vez optimizar el tiempo para la cirugía. Técnicas de estrés con dobutamina a dosis bajas permiten identificar estenosis aórtica grave en pacientes con bajo flujo, además de analizar la existencia de reserva contráctil, y aportar información acerca del riesgo operatorio y evolución a largo plazo. El análisis de la viabilidad miocárdica es de gran utilidad para predecir la evolución de la función sistólica, decidir el manejo clínico y evaluar el pronóstico en pacientes con infarto agudo de miocardio, disponiendo hoy en día de diferentes técnicas de imagen para su determinación en la práctica clínica diaria.

Palabras clave: Reserva contráctil. Viabilidad miocárdica. Cardiopatía valvular. Cardiopatía isquémica.

Assessment of ventricular reserve

The assessment of left ventricular contractile reserve with stress techniques can be useful in the management of patients with valvular and ischemic heart disease. Latent left ventricular dysfunction may be present even in cases of asymptomatic mitral and aortic regurgitation with normal left ventricular ejection fraction at rest. Stress study with exercise and dobutamine can identify it and help to optimise the timing of surgery. Dobutamine stress in low-flow aortic stenosis can identify true stenosis, the presence of left ventricular contractile reserve, and provide information about perioperative risk and long-term outcome. The analysis of myocardial viability is very useful for predicting late systolic function, in the management of patients with myocardial infarction and in their prognosis. A diversity of cardiac imaging modalities are used in daily clinical routine.

Key words: Contractile reserve. Myocardial viability. Heart valve disease. Ischemic heart disease.

INTRODUCCIÓN

La función sistólica ventricular es uno de los parámetros pronósticos más importantes en el paciente valvular e isquémico. La presencia de disfunción sistólica se relaciona en los pacientes valvulares con el fracaso del miocardio ante una sobrecarga crónica, como puede ser la presencia de un aumento de la poscarga en pacientes con estenosis valvular aórtica o la dilatación ventricular en la insuficiencia mitroaórtica. La aparición de este fracaso contráctil se

produce de forma larvada, y su manifestación en situaciones de reposo a menudo se produce en fases avanzadas e irreversibles. El desarrollo de métodos de detección precoz de este fenómeno es de gran importancia pronóstica. Por otra parte, en el paciente isquémico, la disfunción ventricular se relaciona con infarto previo, o con la presencia de isquemia miocárdica con miocardio aturdido tras reperfusión o hibernado en presencia de lesiones coronarias graves, siendo de gran importancia determinar la presencia de miocardio viable y, por lo tanto, recuperable.

Correspondencia:
Fernando Olaz
Servicio de Cardiología
Hospital de Navarra
Irunlarrea, 3
31008 Pamplona
E-mail: folazpre@cfnavarra.es

DEFINICIÓN

Cuando hablamos de reserva ventricular (RV) nos referimos a la capacidad de recuperación de la función sistólica ventricular izquierda tras la eliminación del factor condicionante de la misma, tras someter al paciente a cirugía reparadora valvular o revascularización miocárdica, término definido en este último caso como viabilidad miocárdica. El análisis de la existencia de RV se realiza estudiando la reserva contráctil (RC), definida como la capacidad de mejora de la función sistólica ventricular izquierda ante situaciones de estrés como el ejercicio físico o fármacos vasoactivos como la dobutamina.

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA RESERVA VENTRICULAR

El estudio de la RC se ha realizado a lo largo de los años, utilizando parámetros tanto en reposo como en situaciones de estrés. Clásicamente, la cuantificación por ecocardiografía de la fracción de eyección (FE) y del diámetro telesistólico ventricular¹, entre otros parámetros, han sido utilizados en pacientes asintomáticos con insuficiencias mitral (IM) y aórtica (IAo) para valorar la presencia de RC ventricular como parámetro pronóstico e indicación de cirugía. Diversos autores han utilizado el ejercicio aislado para cuantificar la capacidad funcional y asociado a ecocardiografía para evaluar la RC. Aunque no existe unanimidad a la hora de definir criterios, parece existir un cierto consenso al determinar una mejora de la FE con el ejercicio igual o superior al 4% como criterio de RC positiva (Tabla I).

IMPORTANCIA DE LA DETERMINACIÓN DE LA RESERVA MIOCÁRDICA EN LA ENFERMEDAD VALVULAR

La determinación de la reserva miocárdica permite, por una parte, estimar el riesgo perioperatorio, pero además tiene un claro valor pronóstico a largo plazo, en términos de predecir la supervivencia, la mejoría en el grado funcional (GF) y la recuperación de la función ventricular. Sabemos que, tanto en la IAo como en la IM, puede haber disfunción sistólica ventricular izquierda latente en ausencia de síntomas y con FE normal en reposo, y que esta disfunción puede persistir después de la cirugía. Por otra parte, en los pacientes con estenosis aórtica (EAo) es importante establecer el diagnóstico diferencial con la pseudoestenosis, en la cual existe una

TABLA I. CRITERIOS DE RESERVA CONTRÁCTIL (+) CON DOBUTAMINA

Mejoría del <i>score</i> de motilidad parietal
Incremento de la FE > 4%
Incremento del flujo transvalvular aórtico > 20%
Incremento del volumen latido > 20%

FE: fracción de eyección.

afectación de la función ventricular, no relacionada con la valvulopatía.

Estenosis aórtica

La ecocardiografía es en la actualidad el método de elección en la cuantificación de la EAo, sin embargo existen diferentes circunstancias que pueden dificultar su valoración, al ser ésta una técnica muy dependiente del operador y de la calidad de la imagen obtenida. Si bien el ecocardiograma permite en ocasiones cuantificar el área valvular por planimetría, especialmente mediante ecocardiografía transesofágica, la cuantificación del gradiente valvular por Doppler y el cálculo del área derivada del mismo mediante la ecuación de continuidad son los métodos de elección. Sin embargo, ambos métodos presentan especiales limitaciones en situaciones de bajo flujo, en las cuales es fundamental el diagnóstico diferencial con la pseudoestenosis aórtica, cuya prevalencia se ha estimado entre un 5-35% de los casos según las series.

El comportamiento de la FE después de la cirugía de recambio valvular presenta grandes diferencias comparado con el resto de valvulopatías. La importante caída de la poscarga ventricular al eliminar la obstrucción al vaciado sistólico se acompaña como norma de una mejoría de la FE en todos los pacientes, independientemente del valor de la misma en el estudio preoperatorio, siendo uno de los predictores de dicha mejoría la ausencia de enfermedad coronaria.

Estenosis aórtica con bajo gradiente y bajo flujo

Aunque existe una cierta falta de unificación de criterios a la hora de definir la presencia de EAo con bajo flujo y bajo gradiente, en la actualidad se definen los criterios mostrados en la tabla II.

Diagnóstico diferencial con pseudoestenosis aórtica

La ecocardiografía de estrés no es una técnica utilizada rutinaria en los pacientes con EAo, sin embargo existen diferentes situaciones en las cuales puede ser de gran utilidad (Tabla III), siendo una de ellas el estudio

TABLA II. CRITERIOS DIAGNÓSTICOS DE ESTENOSIS AÓRTICA CON BAJO FLUJO Y BAJO GRADIENTE

Área valvular < 0,7-1,2 cm²
 Gradiente transvalvular medio ≤ 30-40 mmHg
 FE ≤ 30-45%

FE: fracción de eyección.

TABLA IV. EFECTO DE LA DOBUTAMINA EN LA ESTENOSIS AÓRTICA CON BAJO FLUJO

	Estenosis aórtica	Seudoestenosis
Δ Área aórtica	Δ < 0,2 cm ²	Δ > 0,2 cm ²
Área postestrés	≤ 1,1 cm ²	> 1,1 cm ²
Gradiente aórtico	↑	=
FE	↑: RC (+) ↓: RC (-)	↑
Flujo aórtico	↑ > 20%: RC (+) ↑ < 20%: RC (-)	↑ > 20%

Δ: incremento; RC: reserva contráctil; FE: fracción de eyección.

del la dinámica valvular, especialmente en pacientes con bajo flujo y bajo gradiente. En estos pacientes la utilización de dobutamina a dosis bajas permite confirmar o descartar la misma, diferenciándola de la seudoestenosis (Tabla IV).

El protocolo de estudio utiliza el fármaco por vía endovenosa a la dosis inicial de 5 µg/kg/min con incrementos de 5 cada 3 min hasta una dosis máxima de 20 µg/kg/min. La dobutamina incrementa el gasto cardíaco, lo que se acompaña en la EAo de un aumento de gradiente transvalvular, sin variación significativa en el área valvular. Por el contrario, en la seudoestenosis, el aumento del gasto cardíaco se asocia a un aumento del área valvular, sin modificación del gradiente.

Valoración de la reserva contráctil

Tanto el incremento de la FE igual o superior al 5% como el aumento del flujo aórtico por encima del 20% con dobutamina a dosis bajas, son criterios utilizados para definir la presencia de RC. Al contrario que la dobutamina, la realización de ejercicio a niveles bajos no ha demostrado su utilidad en la detección de RC en estos pacientes. Así, Ennezat² estudió a 17 pacientes con área valvular de 0,75 cm² y un gradiente medio de 23 mmHg. Mientras la dobutamina se acompañó de un aumento de la FE del 23% y del flujo aórtico del 28%, con el ejercicio se detectó una caída de la FE del 8% sin variación en el flujo transvalvular.

Nishimura³ estudió a 32 pacientes con ecocardiografía de estrés con dobutamina, 21 de los cuales fueron sometidos a sustitución valvular, confirmando la gravedad de la estenosis en el 100% de los pacientes que presentaron un gradiente medio superior a 30 mmHg y

TABLA III. INDICACIONES DE ECOCARDIOGRAFÍA DE ESTRÉS EN LA ESTENOSIS AÓRTICA

Valoración capacidad funcional en pacientes asintomáticos
 Estratificación del GF en pacientes con sintomatología confusa
 Detección de enfermedad coronaria coexistente
 Evaluación de los cambios de la dinámica valvular (DD seudoestenosis)
 Evaluación de la reserva contráctil

GF: grado funcional; DD: diagnóstico diferencial.

con área igual o inferior a 1,2 cm² con dobutamina, demostrando la fiabilidad del método a la hora del diagnóstico diferencial con la seudoestenosis. Otras series, sin embargo, han mostrado resultados de S entre el 61-74%. Otros parámetros más sofisticados como el cálculo del área valvular proyectada a niveles normales de flujo han sido utilizados en el estudio TOPAS⁴, obteniendo mejores resultados que mediante la variación de los parámetros convencionales, con una correcta clasificación en el 91% de los casos. También se ha utilizado el cálculo de la resistencia valvular y la pérdida de trabajo latido⁵, dada su menor dependencia del flujo, sin embargo estos parámetros no han demostrado predecir el pronóstico postoperatorio.

Estimación del riesgo quirúrgico y pronóstico a largo plazo

Monín⁶ encontró datos de RC en el 68% de 136 pacientes, relacionando su presencia con menor riesgo perioperatorio (5 vs 32%), mejor GF en el seguimiento y mayor supervivencia a 3 años (79%). Por el contrario, la ausencia de RC se asoció a una mayor mortalidad perioperatoria, sin clara mejoría en la supervivencia a largo plazo con respecto al tratamiento médico, especialmente en presencia de un gradiente medio igual o inferior a 20 mmHg, o en pacientes con cardiopatía isquémica asociada, concluyendo que la RC es un predictor de riesgo perioperatorio, no debiendo considerarse su ausencia como un criterio de contraindicación quirúrgica.

Insuficiencia aórtica

La determinación del momento de la cirugía en la IAo es, en ocasiones, una decisión difícil de tomar en pacientes asintomáticos en los cuales puede existir una disfunción sistólica ventricular latente. Por otra parte, en pacientes con disfunción sistólica basal ésta puede persistir tras la cirugía. En ambas situaciones la valoración de la RC puede ser de gran utilidad.

La valoración de la función sistólica postextrasistólica, a través del cálculo de la FE por ventriculografía biplanar, ha sido utilizada por Geschwind⁷ para predecir la recuperación de la misma poscirugía. Diversos estudios han utilizado la variación de la FE con el ejercicio

mediante ventriculografía isotópica para definir el momento quirúrgico de estos pacientes y el pronóstico.

Tam⁸ estudió la respuesta a dobutamina a dosis bajas mediante ecocardiografía en 16 pacientes, encontrando que, en los pacientes con buena evolución a los 6 meses poscirugía (asintomáticos con FE normal), el ecocardiograma basal preoperatorio presentaba peor FE y menor volumen telesistólico (VTS), con una mejor respuesta a dobutamina: mayor incremento de la FE y decremento del VTS.

De forma equivalente, Wahi⁹ estudió con ecocardiografía de ejercicio a 61 pacientes asintomáticos con FE basal normal. Treinta y cinco siguieron tratamiento farmacológico y 26 fueron sometidos a sustitución valvular. En ambos grupos, la presencia de RC fue el único parámetro útil para predecir la evolución de la FE en el seguimiento a los 15 meses. Además, el ejercicio permitió detectar la presencia de disfunción ventricular latente en pacientes con VTS inferior a 55 mm, siendo de gran ayuda en estos casos para determinar el momento de la intervención.

Insuficiencia mitral

De forma similar a los pacientes con IAo, los pacientes con IM avanzada asintomática pueden presentar disfunción ventricular izquierda latente e irreversible, en presencia de FE normal en reposo. La detección de la misma es de gran importancia a la hora de indicar la cirugía valvular.

Enríquez-Sarano¹⁰, estudiando a 266 pacientes sometidos a intervención mitral, encontró disfunción ventricular izquierda (FE < 50%) en el seguimiento en el 41% de los pacientes, lo que se relacionó con un peor pronóstico a 8 años, supervivencia del 41 frente al 69% en los pacientes con FE normal.

Flemming¹¹ encontró que la presencia de Diámetro telesistólico (DTS) del ventrículo izquierdo igual o superior a 40 mm era capaz de detectar disfunción sistólica ventricular latente en pacientes con IM asintomática. Datos similares a los encontrados por Takayoshi¹² en 274 pacientes intervenidos, con un seguimiento a 4 años; únicamente el 12% presentó disfunción ventricular, relacionándose con una FE en reposo inferior al 55% y DTS igual o superior a 40 mm en el preoperatorio.

Leung¹³ realizó ecocardiografía de ejercicio en 139 pacientes, 74 de los cuales fueron sometidos posteriormente a cirugía reparadora mitral. Globalmente, encontró una caída de la FE en el postoperatorio, pasando del 64 al 55%. El 24% (18) de los pacientes presentaron FE inferior al 50%. El ecocardiograma de estrés preoperatorio en estos pacientes mostró un mayor VTS indexado, y menor aumento de la FE ($-4 \pm 8\%$ vs $9 \pm 10\%$). Un VTS índice con esfuerzo superior a $25 \text{ cm}^3/\text{m}^2$ fue el

mejor predictor de disfunción en el postoperatorio, con S y E del 83%.

Lee¹⁴ estudió a 71 pacientes asintomáticos con IM avanzada con ecocardiografía de ejercicio. Cuarenta y cinco de ellos tenían RC positiva (incremento de la FE $\geq 4\%$), sin diferencias en el resto de parámetros de ecocardiografía basal. Cuarenta y un pacientes fueron sometidos a sustitución valvular. Ninguno de los pacientes con RC (+) presentó FE inferior al 50%/año, lo que se detectó en el 23% de los pacientes con RC (-). Los pacientes con RC (+) presentaron una evolución clínica favorable, independientemente del tratamiento médico o quirúrgico, y una mejor FE a los 3 años de seguimiento. Por el contrario, los pacientes que tenían RC (-) presentaron un deterioro de la FE independientemente del manejo clínico.

Por otra parte, los pacientes con RC (-) mantenidos con tratamiento farmacológico presentaron un empeoramiento de su GF a 3 años, lo que no se objetivó en el resto de pacientes, concluyendo que, en pacientes con IM avanzada asintomática con FE normal en reposo, la presencia de un deterioro latente de la función ventricular detectada por la presencia de RC (-) se asocia a un deterioro progresivo de la FE, independientemente del manejo clínico (médico o quirúrgico).

Se han utilizado nuevas técnicas, como el estudio Doppler tisular (DTI), en el estudio de estos pacientes. Haluska¹⁵ estudió mediante DTI y ecocardiografía de reposo y ejercicio a 86 pacientes con IM avanzada asintomática. El 47% tenía RC, definida por un incremento FE igual o superior al 5% con ejercicio, siendo la amplitud de la onda sistólica del anillo mitral (10 ± 2 vs $8 \pm 2 \text{ cm/s}$) el único parámetro en el ecocardiograma de reposo capaz de predecir la misma. Lee¹⁶, estudiando el *Strain* y *Strain rate* por DTI, encontró asimismo valores superiores significativos en presencia de RC.

RESERVA MIOCÁRDICA EN CARDIOPATÍA ISQUÉMICA (VIABILIDAD)

La cardiopatía isquémica constituye en la actualidad una de las causas más importantes de insuficiencia cardíaca, con una elevada mortalidad. La disfunción sistólica ventricular es uno de los parámetros predictores del pronóstico a largo plazo de estos pacientes. Sin embargo, esta disfunción puede ser reversible tras la revascularización miocárdica, aunque con tasa de respuesta muy variable¹⁷, acompañándose en los casos favorables de una mejoría en la supervivencia.

La disfunción reversible, denominada viabilidad miocárdica (VM), se relaciona con la existencia de miocar-

TABLA V. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE VIABILIDAD MIOCÁRDICA

Ecocardiografía 2D
Ecocardiografía de estrés con dobutamina
Cardiorresonancia magnética con Gd
Cardiorresonancia de estrés con dobutamina
Gammagrafía isotópica con talio 201 (SPECT)
SPECT con derivados del Tc99m
Tomografía de emisión de positrones (PET) con FDG
Tomografía computarizada multidetector (TC)

FDG: 18F-fluoro-2-desoxi-D-glucosa.

dio aturdido o hibernado. El miocardio aturdido se define como disfunción contráctil en relación con un periodo transitorio de isquemia grave. El miocardio hibernado es una disfunción contráctil crónica, relacionada con isquemia por una disminución mantenida del flujo coronario. Por el contrario, la necrosis miocárdica se relaciona con fibrosis miocárdica y disfunción irreversible. En la actualidad existen diversos métodos de valoración de la VM (Tabla V).

Ecocardiografía

La ecocardiografía es, por su accesibilidad, la técnica más utilizada en la valoración de la VM. Clásicamente, se ha utilizado el análisis del espesor parietal ventricular como un indicador de necrosis y ausencia de VM, relacionando el adelgazamiento de la pared con necrosis irreversible; sin embargo, son los estudios con dobutamina a dosis bajas (5-10 µg/kg/min) los que han demostrado mayor utilidad. Se han definido cuatro tipos de respuesta de la motilidad parietal a dobutamina (Tabla VI).

La detección de VM se basa en la mejoría de la motilidad de segmentos con hipocinesia grave o acinéticos basalmente, tras la infusión de dobutamina. Las respuestas tipo 1 y 3 se consideran indicativas de VM en segmentos que basalmente presentan hipocinesia grave basal, acinesia o discinesia. La aparición de una respuesta bifásica, es decir, nuevo empeoramiento de la motilidad a dosis más elevadas de dobutamina (20-40 µg/kg/min), mejora el valor predictivo de la misma.

La mayoría de los estudios de VM encuentran valores de S entre el 80-85%, con alta E (85-90%). Corneli¹⁸, comparando la capacidad de la ecocardiografía con dobutamina, con SPECT y fluorodexosiglucosa, encontró un acuerdo en el 87% de los pacientes. El 94% de segmentos no viables por SPECT no tenían RC. Sin embargo, existía un cierto desacuerdo, de forma que el 27% de segmentos viables por SPECT no tenían RC por ECO, concluyendo que el ecocardiograma con dobutamina infraestima la VM segmentaria.

Otras técnicas complementarias como el análisis simultáneo por DTI parecen aportar información comple-

TABLA VI. TIPOS DE RESPUESTA MIOCÁRDICA A DOBUTAMINA

Bifásica: ↑ dosis bajas y ↓ a dosis altas
Empeoramiento: ↓ a dosis bajas y altas
Mejora mantenida: ↑ dosis bajas y altas
Sin cambio: ↔ a dosis bajas y altas

mentaria. Así, Rambaldi¹⁹ estudió a 40 pacientes con cardiopatía isquémica y disfunción ventricular, analizando el comportamiento de la onda S del DTI durante ecocardiografía de estrés con dobutamina, comparándolo con la respuesta de la motilidad y SPECT. Un incremento de la onda S de $1 \pm 0,5$ cm/s se asoció a VM con una S del 87% y E del 52%, mejorando la capacidad diagnóstica con respecto al análisis de la motilidad (S y E del 75 y 51%, respectivamente). El análisis segmentario del *Strain* parietal (grado de deformidad) está aún en fase de investigación, aunque su utilidad parece prometedora.

La reciente introducción de la ecocardiografía tridimensional, con técnicas de adquisición de imagen *full volume*, pueden facilitar la interpretación de los estudios, sin embargo, parece necesario una mejoría tecnológica de la calidad de las imágenes antes de obtener resultados concluyentes.

Gammagrafía isotópica – SPECT

Los estudios con talio 201 definen la presencia de VM como la resolución de los defectos de captación aparecidos tras el ejercicio, en los estudios de redistribución a las 4 h, con una S que llega hasta el 70%. De forma similar, se utilizan derivados del Tc99m sestamibi y Tc99m tetrofosmin, estos últimos mediante inyección en reposo, analizando la transmuralidad de la captación, definiendo como viables segmentos con captación superior al 50%. Estudios de SPECT con fosfodesoxiglucosa (FDG) están demostrando una gran utilidad al permitir analizar simultáneamente el patrón de perfusión y el grado de metabolismo celular, con buena correlación con los estudios de tomografía de emisión de positrones (PET)²⁰.

Tomografía de emisión de positrones

La PET, utilizando FDG, es considerada en la actualidad el patrón de referencia en el estudio de la VM, basándose en la detección de actividad metabólica celular. La detección de zonas con perfusión disminuida, pero metabolismo celular presente (captación de FDG), permite identificar territorios de miocardio hibernado potencialmente viables tras revascularización. Se han definido diversos patrones de captación (Tabla VII) que clasifican el miocardio en viable o no viable; sin embargo, su li-

TABLA VII. PATRONES DE CAPTACIÓN POR TOMOGRAFÍA DE EMISIÓN DE POSITRONES

Miocardio viable
– Normal: perfusión normal o ligeramente reducida con captación FDG
– Hibernado: ausencia o disminución grave de perfusión con captación de FDG
– Aturdido: perfusión normal o disminución grave de captación de FDG
Miocardio no viable
– Necrosis: ausencia o disminución grave de perfusión sin captación de FDG

PET: tomografía de emisión de positrones; FDG: fluorodesoxiglucosa.

mitada disponibilidad hace de ella un método no habitual en la práctica clínica.

Resonancia magnética

La resonancia magnética (RM) es una de las técnicas de mayor proyección en la actualidad en la valoración del paciente cardiópata, y especialmente en el estudio del paciente coronario. Este auge surge a raíz de los estudios de Kim²¹ de realce tardío con gadolinio (Gd), correlacionando el mismo con la extensión de la necrosis miocárdica tras el infarto agudo de miocardio. El estudio de VM por RM se basa en el análisis de diferentes parámetros^{22,23} (Tabla VIII). Bodi²² estudió la detección de VM en 40 pacientes postinfarto en fase aguda, encontrando valores de S y E diferentes para cada uno de los parámetros.

El grosor parietal presentó la mayor S (95%), a expensas de la menor E (21%), mientras la transmuralidad del realce presentó la mayor E (93%), a expensas de una disminución en la S (68%). Sin embargo, el análisis combinado de los diferentes índices de VM permitió predecir la misma en el 95% de los segmentos. La mejor asociación fue la presencia de realce inferior al 50% y respuesta positiva (engrosamiento) con dobutamina.

Tomografía computarizada multidetector (TC)

Estudios recientes muestran como el TC multicorte puede aportar información similar a la obtenida con RM a la hora de definir la extensión del infarto y la presencia de VM. Gerber²⁴ estudió con TC con contraste a 37 pacientes con IAM (16 en fase aguda), analizando el grado de hipocaptación precoz y realce tardío, y comparándolo con los resultados obtenidos mediante RM, encontrando una correlación en la primera con respecto a la RM del 92%, y del segundo del 82%, con una excelente correlación en la extensión de ambas. La aplicación de esta técnica simultáneamente al estudio incruento del árbol coronario puede ser de gran utilidad en el futuro.

TABLA VIII. PARÁMETROS DE VIABILIDAD POR RESONANCIA CARDÍACA

Grosor parietal ≥ 6 mm
Mejora engrosamiento con dobutamina a dosis bajas > 2 mm
Perfusión normal
Transmuralidad del realce tardío $< 50\%$

CONCLUSIONES

Aunque existen múltiples métodos para la valoración de la RC y VM, la experiencia y disponibilidad en cada centro debe ser la que determine la técnica a utilizar. En la actualidad el ecocardiograma con dobutamina a dosis bajas es el método más extendido para la valoración de la RC. Aunque la RM es la técnica más fiable en la valoración de la VM, su limitada disponibilidad hace de la ecocardiografía con dobutamina la más utilizada.

Otras técnicas emergentes como ecocardiografía con DTI, TC multicorte, etc. pueden ayudar de manera importante en el estudio de determinados pacientes en los que la ausencia de disponibilidad o de mala calidad de las técnicas previas no permita su utilización. La determinación de la RC permite identificar el territorio viable en pacientes con cardiopatía isquémica, identificar a pacientes con EAo grave en presencia de bajo flujo, estratificar el riesgo operatorio, predecir la evolución de la función ventricular, GF y eventos cardiovasculares a largo plazo tras la cirugía cardíaca, y establecer el momento idóneo para la intervención en pacientes valvulares asintomáticos con disfunción ventricular latente. Por último, es importante resaltar que la ausencia de RC en pacientes valvulares no debe ser considerada como contraindicación para la intervención.

BIBLIOGRAFÍA

1. Flemming MA, Oral H, Rothman ED, Briesmiester K, Petrus JA, Starling MR. Echocardiographic markers for mitral valve surgery to preserve left ventricular performance in mitral regurgitation. *Am Heart J.* 2000;140:476-82.
2. Ennezat PV, Toussaint J, Marechaux S, et al. Low-level exercise echocardiography fails to elicit left ventricular contractile reserve in patients with aortic stenosis, reduced ejection fraction, and low transvalvular gradient. *Echocardiography.* 2007;24:47-51.
3. Nishimura RA, Grantham JA, Connolly HM, et al. Low-output, low-gradient aortic stenosis in patients with depressed left ventricular systolic function. The clinical utility of the dobutamine challenge in the catheterization laboratory. *Circulation.* 2002;106:809-13.
4. Blais C, Burwash IG, Mundigler G, et al. Projected valve area at normal flow rate improves the assessment of stenosis severity in patients with low-flow, low-gradient aortic stenosis. The multicenter TOPAS (truly or pseudo-severe aortic stenosis) study. *Circulation.* 2006;113:711-21.

5. Burwash IG, Hay KM, Chan KL. Hemodynamic stability of valve area, valve resistance and stroke work loss in aortic stenosis: a comparative analysis. *J Am Soc Echocardiography*. 2002;15:814-22.
6. Monin JL, Quéré JP, Monchi M, et al. Low-gradient aortic stenosis. Operative risk stratification and predictors for long-term outcome: a multicenter study using dobutamine stress hemodynamics. *Circulation*. 2003;108:319-24.
7. Geschwind H, Dhainaut JF, Gourdiér M, et al. Evaluation of the contractile reserve of the myocardium by post-extrasystolic potentiation in aortic insufficiency. *Arch Mal Coeur Vaiss*. 1978;71:340-7.
8. Tam JW, Antecos D, Kim HH, Yvorchuk KJ, Chan KL. Low dose dobutamine echocardiography in the assessment of contractile reserve to predict the outcome of valve replacement for chronic aortic regurgitation. *Can J Cardiol*. 1999;15:73-9.
9. Wahi S, Haluska B, Pasquet A, Case C, Rimmerman CM, Marwick TH. Exercise echocardiography predicts development of left ventricular dysfunction in medically and surgically treated patients with asymptomatic severe aortic regurgitation. *Heart*. 2000;84:606-14.
10. Enríquez-Sarano E, Tajik AJ, Schaff HV, et al. Echocardiographic prediction of left ventricular function after correction of mitral regurgitation: results and clinical implications. *J Am Coll Cardiol*. 1994;24:1536-43.
11. Flemming MA, Oral H, Rothman ED, Briesmiester K, Petruska JA, Starling MR. Echocardiographic markers for mitral valve surgery to preserve left ventricular performance in mitral regurgitation. *Am Heart J*. 2000;140:476-82.
12. Matsumura T, Ohtaki E, Tanka K, et al. Echocardiographic prediction of left ventricular dysfunction after mitral valve repair for mitral regurgitation as an indicator to decide the optimal timing of repair. *J Am Coll Cardiol*. 2003;42:458-63.
13. Leung DY, Griffin BP, Stewart WJ, Cosgrove DM, Thomas JD, Marwick TH. Left ventricular function after valve repair for chronic mitral regurgitation: predictive value of preoperative assessment of contractile reserve by exercise echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 1996;28:1198-205.
14. Lee R, Haluska B, Leung DY, Case C, Mundy J, Marwick TH. Functional and prognostic implications of left ventricular contractile reserve in patients with asymptomatic severe mitral regurgitation. *Heart*. 2005;91:1407-12.
15. Haluska BA, Short L, Marwick TH. Relationship of ventricular longitudinal function to contractile reserve in patients with mitral regurgitation. *Am Heart J*. 2003;146:183-8.
16. Lee R, Hanekon L, Marwick TH, Leano R, Wahi S. Prediction of subclinical left ventricular dysfunction with strain rate imaging in patients with asymptomatic severe mitral regurgitation. *Am J Cardiol*. 2004;94:1333-7.
17. Bax JJ, Wijns W, Cornel JH, Visser FC, Boersma E, Fioretti PM. Accuracy of currently available techniques for prediction of functional recovery after revascularization in patients with left ventricular dysfunction due to chronic coronary artery disease: comparison of pooled data. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30:1451-60.
18. Cornell JH, Bax JJ, Elhendy A, et al. Agreement and disagreement between "metabolic viability" and "contractile reserve" in akinetic myocardium. *J Nucl Cardiol*. 1999;6:383-8.
19. Rambaldi R, Poldermans D, Bax JJ, et al. Doppler tissue velocity sampling improves diagnostic accuracy during dobutamine stress echocardiography for the assessment of viable myocardium in patients with severe left ventricular dysfunction. *Eur Heart J*. 2000;21:1091-8.
20. Burt RW, Perkins OW, Oppenheim BE, Schauwecker O, Stein L, Wellman H. Comparison of F-18 FDG SPECT, F-18 FDG PET and rest thallium 201 SPECT for detection of myocardial viability. *J Nucl Med*. 1995;36:176-9.
21. Kim RJ, Fieno DS, Parrish TB, et al. Relationship of MRI delayed contrast enhancement to irreversible injury, infarct age and contractile function. *Circulation*. 1999;100:1992-2002.
22. Bodi V, Sanchis J, López-Lereu MP, et al. Usefulness of comprehensive cardiovascular magnetic resonance imaging assessment for predicting recovery of left ventricular wall motion in the setting of myocardial stunning. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:1747-52.
23. Bodi V, Sanchis J, López-Lereu MP, et al. Evolution of 5 cardiovascular magnetic resonance: derived viability indexes after reperfused myocardial infarction. *Am Heart J*. 2007;153:649-55.
24. Gerber BL, Belge B, Legros GJ, et al. Characterization of acute and chronic myocardial infarcts by multidetector computed tomography. *Circulation*. 2006;113:823-33.